

Anders Granfelt, Caj Holm

Liikenteen hallinnan integroitu käyttöliittymä

Kokemukset Tukholman CTS-järjestelmästä

Anders Granfelt, Caj Holm

Liikenteenhallinnan integroitu käyttöliittymä

Kokemukset Tukholman CTS-järjestelmästä

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 24/2010

Liikennevirasto

Helsinki 2010

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-255-032-3

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 020 637 373

Anders Granfelt, Caj Holm: Liikenteenhallinnan integroitu käyttöliittymä. Kokemukset Tukholman CTS-järjestelmästä. Helsinki 2010. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 24/2010. 35 sivua ja 1 liite. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-032-3.

Asiasanat: liikenteen hallinta, liikenteen ohjaus, liikenteen hallintajärjestelmät, liikennekeskukset, käyttöjärjestelmät, ohjausjärjestelmät, kustannukset, tunnelit

Tiivistelmä

Vuonna 2009 laaditussa liikenteenhallinnan integroidun käyttöliittymän esiselvityksessä suositellaan, että käyttöliittymää tulisi selvittää ja määrittää laajasti integroidun ratkaisun mukaisesti. Samalla todettiin myös tarve tarkemmin kartoittaa ulkomaisten vertailukohteiden, erityisesti Tukholman CTS-järjestelmän, kokemuksia. CTS on hyvä esimerkki olemassa olevien järjestelmien yläpuolelle toteutetusta laajasti integroidusta käyttöliittymästä.

Tukholmassa suunniteltiin 90-luvun alussa useita mittavia väylä- ja tunnelihankkeita, joihin sisältyi paljon telematiikkaa. Tulevien liikenteenhallintajärjestelmien käytettävyyttä oli myös varmistettava, mikä johti uuden liikenteenhallintakeskuksen ja CTS-järjestelmän kehitystyöhön. CTS-järjestelmää hallinnoi Trafikverketin ja Tukholman kaupungin yhteinen organisaatio Trafik Stockholm. CTS hankittiin kansainvälisellä rajoitetulla hankintamenettelyllä. Hankintavaihe kesti noin kaksi vuotta ja järjestelmä otettiin käyttöön vuonna 2001 liittämällä siihen ensimmäisen vaiheen alijärjestelmät. Sen jälkeen mukaan on liitetty vielä noin kymmenen kohdetta mm. Södra länken. CTS:n ylläpitovaihe alkoi 2006.

Tukholman kokemukset osoittavat, että liikenteenhallinnan laatua voi merkittävästi nostaa parantamalla liikennepäivystäjien työkalujen käytettävyyttä. Keskeisin ylätasoon käyttöliittymästä saatava tekninen hyöty on kokonaisuuden modulaarisuus. Osajärjestelmiä voi lisätä ja päivittää tekniikan kehittyessä ja samalla pitää päivystysalain toimintaympäristö ennallaan. Suurimmat hyödyt tulevat kuitenkin toiminnan laadun paranemisesta. Integrointi mahdollistaa eri tilanteiden yhtenäisen käsittelyn niiden tärkeysjärjestyksessä. Resurssit voidaan aina kohdistaa oikein ja tilanteet hallita parhaalla mahdollisella tavalla.

Suomessa on yli 40 liikenteen ohjaus- ja seurantajärjestelmää, joiden käyttö tulee tieliikennekeskustasolla yhtenäistää. Kokonaisuuden integrointi tulisi myös Suomessa tehdä ylätasoon ”sateenvarjokäyttöliittymän” avulla. Tavoitteena on valtakunnallinen ratkaisu, joka toimii jokaisessa tieliikennekeskuksen toimipisteessä. Alijärjestelmien integrointi tulee tehdä vaiheittain aloittaen muutamalla erityyppisellä ohjausjärjestelmällä (tunneli, avoin tieosuus, silta) sekä kriittisimmästä toimipisteestä, joka tunneleiden suuren määrän takia on Helsinki. Ensimmäisessä vaiheessa liitettävien järjestelmien tulisi olla toiminnallisesti kattavia, jotta määritellyt rajapinnat ovat myöhemmin mahdollisimman laajasti hyödynnettävissä.

Tukholman kokemusten mukaan määrittelyvaiheessa on tärkeitä pysyä toiminnallisella tasolla menemättä teknisiin yksityiskohtiin. Jos kyseessä on kansainvälinen hankinta, on sen hallinnan kannalta edellytettävä tarjouspyynnössä myös suomalaisten resurssien käyttöä. Tilaajan omat resurssit ja sitoutuneisuus on varmistettava, sillä kyseessä on haastava ja pitkäkestoinen tietojärjestelmäprojekti. Hanke tarvitsee päätoimisen projektipäällikön, riittävät liikennetekniset, tietotekniset ja lainopilliset

tukiresurssit sekä oman projektisihteerin. On myös varauduttava siihen, että kyseessä on prosessi, joka ei pääty ensimmäisen vaiheen järjestelmän hyväksymiseen. Keskussovellus on pidettävä jatkuvasti toiminnoiltaan ajan tasalla ja uusia osia liitettävä kokonaisuuteen.

Tilaaajan tulee järjestelmän määrittelyvaiheen hankintaa varten (toiminnalliset määrittelyt ja arkkitehtuurikuvaukset) tehdä päätös järjestelmän tavoitetilan laajuudesta ja toteutuksen vaiheistuksesta (määrittelyvaiheen rajausta) sekä perustaa projektiorganisaatio. Esiselvityksen ja tämän selvityksen perusteella ehdotetaan, että vaatimukset määritellään laajasti integroidulle ratkaisulle ja toiminnot määritellään tarkemmin ensimmäisen vaiheen järjestelmäkokonaisuudelle. Karkean arvion mukaan määrittelyvaiheen kustannukset pysyvät EU-hankintarajan alapuolella.

Anders Granfelt, Caj Holm: Integrerad användaranslutning för trafikstyrning. Erfarenheter med Stockholms CTS-system. Helsingfors 2010. Trafikverkets undersökningar och utredningar 24/2010. 35 sidor och 1 bilaga. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-032-3.

Nyckelord: trafikledning, trafikstyrning, trafikledningssystem, trafikledningscentraler, operativsystem, kontrollsystem, kostnader, tunnlar.

Sammandrag

I den 2009 gjorda förstudien "Ett Integrerat användargränssnitt för trafikledning" rekommenderas att ett brett användargränssnitt bör studeras och definieras ytterligare. Förstudien rekommenderar också att utforska närmare utländska jämförelsebara system, speciellt CTS-systemet (*Centralt Tekniskt System*) i Stockholm. CTS är ett utmärkt exempel på ett brett integrerat användargränssnitt realiserat på en existerande systemmiljö.

I början av 90-talet planerades flera märkbara väg- och tunnelprojekt inkluderande telematik i Stockholm. Man insåg att användbarheten på de kommande systemen måste säkerställas. Detta ledde till utveckling av en ny trafikledningscentral och det centrala tekniska systemet (CTS). Förvaltaren av CTS är Trafik Stockholm, som är en samarbetsorganisation mellan Trafikverket och Stockholms stad. CTS anskaffades genom en selektiv upphandling. Upphandlingsfasen tog ca 2 år och systemet togs i bruk år 2001 genom anslutningen av första skedets underliggande system. Ytterligare ca 10 underliggande inkl Södra länken system har anslutits sen dess. Underhålls-påbörjades år 2006.

Erfarenheterna från Stockholm visar att kvalitén på trafikledning kan förbättras märkbart genom att satsa på användbarheten av trafikledarens verktyg. Den största tekniska nyttan är modulariteten av systemhelheten. Det är möjligt att ansluta nya och förbättra existerande underliggande system men ändå hålla omgivningen för trafikledaren konstant. Största nyttan fås ändå utav förbättrad kvalitet på trafikledningen. Integrationen möjliggör en enhetlig handling av olika situationer i prioriterad ordning. Resurserna allokeras optimalt, vilket ger bästa möjliga kontroll över omständigheterna.

I Finland finns det redan över 40 olika trafiklednings- och uppföljningssystem vilka torde användas på ett standardiserat sätt i trafikledningscentralen. Integrationen bör göras även i Finland som ett överliggande paraply-användargränssnitt. Tanken är att gå in för ett nationellt system som fungerar i trafikcentralens alla anstalter. Integration av underliggande system bör göras stegvis, börjande från den mest kritiska anstalten, som p.g.a. av tunnlarna är Helsingfors. Integrationen av underliggande system bör inledas med några olika systemtyper (tunnel, väg, bro). Systemen i första skedet bör ha omfattande funktioner så att gränssnitten kan utnyttjas utan större ändringar i fortsättningen i andra system.

Enligt erfarenheterna i Stockholm är det viktigt att i definitionsskedet hålla en strikt funktionell nivå och inte gå in på tekniska detaljer. I fall det blir aktuellt med en internationell upphandling är det nödvändigt att kräva inhemska samarbetsresurser vilket underlättar koordineringen av projektet. Dedikerade upphandlingsresurser bör reserveras eftersom det är fråga om ett långvarigt och krävande datasystemprojekt. Projektet kräver en heltids projektchef, kompetenta trafiktekniska, datatekniska och

juridiska stödresurser samt en projektsekreterare. Man bör också vara medveten om att det är fråga om en fortlöpande process som inte slutar vid acceptansen av första skedet. Centralapplikationens funktionalitet kräver ständig utveckling och nya underliggande kommer att anslutas fortsättningsvis.

Beställaren bör vid upphandling av definitionsskedet (funktionella specifikationer och arkitekturbeskrivningar) avgöra omfattningen av målsystemet samt fasindelningen för implementeringen (avgränsningen av definitionsskedet). Dessutom bör projektorganisationen grundas. På basen av förstudien och denna studie rekommenderas att generella funktionella krav ställs för en brett integrerad lösning och detaljerade funktionella krav för systemhelheten i första skedet. Kostnaderna för definitionsskedet hålls enligt grova uppskattningar under EU-upphandlingsgränsen.

Anders Granfelt, Caj Holm: Integrated traffic management user interface. Experiences of Stockholm's CTS system and analysis of Finland's zero alternative. Helsinki 2010. Research reports of the Finnish Transport Agency, 24/2010. 35 pages and 1 appendix. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-032-3.

Key words: traffic management, traffic control, traffic management systems, traffic centres, operative systems, control systems, expenses, road tunnels

Summary

The Integrated Traffic Management User Interface pre-study of year 2009 recommends that the user interface should be further studied and defined as a widely integrated solution. The pre-study concluded also that it is necessary to analyse comparable systems abroad, especially the experiences of the Stockholm CTS (*Central Technical System*). CTS is a good example of a large-scale integrated umbrella user interface realised on top of already existing systems.

Several outstanding road and tunnel projects including also a great deal of telematics were planned in Stockholm in the beginning of the 1990s. It was necessary to ensure the usability of the new traffic management systems, which led to the development of the new traffic management centre and the CTS system. Traffic Stockholm, a joint organisation of Trafikverket and the City of Stockholm is in charge of the CTS system. CTS was procured applying a limited international procurement process. The procurement phase took about two years and the system was inaugurated in year 2001 by connecting to it the first phase sub-systems. About ten additional sub-systems have been added on since that, for instance the Södra länken. The maintenance phase of the CTS started in year 2006.

Stockholm experiences show that traffic management quality level can be considerably raised by improving the usability of the traffic operator's tools. The main technical benefit of a top-layer user interface is the modularity of the aggregate. New sub-systems may be added on and existing ones upgraded when technologies advance while maintaining the operational environment of the control room. However, the greatest benefit is the improved quality of the operation. Integration enables uniform handling of various events in their priority order. Resources can be correctly allocated and events managed in the best possible way.

Finland has more than 40 separate traffic control and monitoring systems, the use of which should be standardised on traffic management centre level. The integration should also in Finland be done making use of a top level "umbrella" user interface. The target solution is a nationwide system operative at all offices of the national TMC. Sub-system integration should be done in steps starting with a few control systems of various types (tunnel, open road, bridge) at the most critical office, which due to the large quantity of tunnels is Helsinki. The first phase systems should have a broad functionality so that the defined interfaces can later be utilized as widely as possible.

According to the Stockholm experiences it is important to stay on a functional level in the definition phase without getting into technical details. If an international procurement will be the case, it is furthermore necessary in the invitation to tender to require also the use of Finnish resources. The purchaser's own resources and their commitment must be secured as the project in question is a challenging long-term

data system one. It needs a full-time project manager, adequate traffic engineering, data technology and legal support resources and an own project secretary. It is also necessary to allow for the fact that the process does not end with the acceptance of the first phase system. The central functions of the application must continuously be kept up-to-date and new units connected to the whole.

For procuring the specification phase of the system (functional specifications and architecture descriptions) the buyer should decide about the scope of the target state and the phasing of the realisation (definition phase outline) plus set up a project organisation. According to the pre-study and this survey we propose that the requirements are defined for a widely integrated solution and detailed functions defined for the first phase system entity. A rough estimate is that the definition phase costs will stay below the EU procurement threshold.

Esipuhe

Selvitys on jatkoa viime vuonna laaditulle Liikenteenhallinnan integroidun käyttöliittymän esiselvitykselle. Tavoitteena oli selvittää kokemuksia Tukholmassa useita vuosia käytössä olleesta Ruotsin tielaitoksen ja kaupungin yhteisestä integroidusta liikenteenhallintajärjestelmästä, CTS-järjestelmästä. Selvitys vahvisti esiselvityksessä muodostettua näkemystä integroidun käyttöliittymän tarpeesta ja hyödyistä Suomessa.

Selvitystä ovat Liikennevirastosta ohjanneet Virpi Anttila, Sami Luoma, Pekka Nurminen, Petri Rönneikkö ja Hanna Setälä. Selvityksen laativat Anders Granfelt ja Caj Holm Traficon Oy:stä.

Helsingissä heinäkuussa 2010

Liikennevirasto
Tieosasto

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	12
1.1	Työn tausta	12
1.2	Trafik Stockholmin ja CTS-järjestelmän yleiskuvaus.....	12
2	HANKINTA.....	14
2.1	CTS-järjestelmän hankintaprosessi.....	14
2.1.1	Hankinnan perusteet ja määrittelyt.....	14
2.1.2	Tarjouspyyntö, tarjoukset ja toimittajan valinta.....	14
2.1.3	Toimitusaikataulu.....	16
2.1.4	Tarjousten ja niiden käsittelyn kieli	16
2.1.5	Hankintaorganisaatio.....	16
2.2	Mitä kokemuksia voidaan hyödyntää Suomen hankinnassa.....	17
3	TOIMINNALLISUUS JA TEKNISET RATKAISUT	18
3.1	CTS:n päätoiminnot	18
3.2	Toimintasuunnitelmaesimerkkejä.....	20
3.3	Tekniikka	23
3.3.1	Rajapinnat	23
3.4	Tietoliikenne.....	26
3.4.1	Vasteaikavaatimukset	27
3.5	Järjestelmän ylläpito.....	29
3.6	Toiminnalliset riskit	29
4	SUOSITUKSET	32
5	JATKOTOIMENPITEET	34

LIITTEET

Liite 1	Luettelo CTS -järjestelmän hankinta-asiakirjoista
---------	---

Kuvaluettelo

Kuva 1	Trafik Stockholmin organisaatio.....	12
Kuva 2	CTS-järjestelmän kokonaiskuva.....	13
Kuva 3	CTS-järjestelmän nelivaiheinen tapahtumakäsittely.....	19
Kuva 4	Tapahtumalomakkeen ikkuna.....	19
Kuva 5	Toimintasuunnitelmat esitetään vuokaavioina.	20
Kuva 6	Södra länkenin tunnelijärjestelmä (keltaiset väylät)	21
Kuva 7	Toimintasuunnitelma pysähtyneelle ajoneuvolle	22
Kuva 8	Toimintasuunnitelma Södra länkenin toisen tunneliputken sulkemiseksi tulipalotilanteessa.....	23
Kuva 9	CTS ja alijärjestelmien liityntärajapinnat kuvattu kolmella tasolla.	24
Kuva 10	Kuljetusrajapinnan palveluiden vaatimukset	24
Kuva 11	CTS- ja MCS-järjestelmän kommunikointi.....	25
Kuva 12	Tiedonsiirtoverkko GCP	26
Kuva 13	Hankkeen aikataulukkehys.....	34

Taulukkoluetelo

Taulukko 1	CTS-järjestelmän vasteaikavaatimukset	28
Taulukko 2	Päivitetty laajuusvaihtoehtojen kustannusarvio	33

1 Johdanto

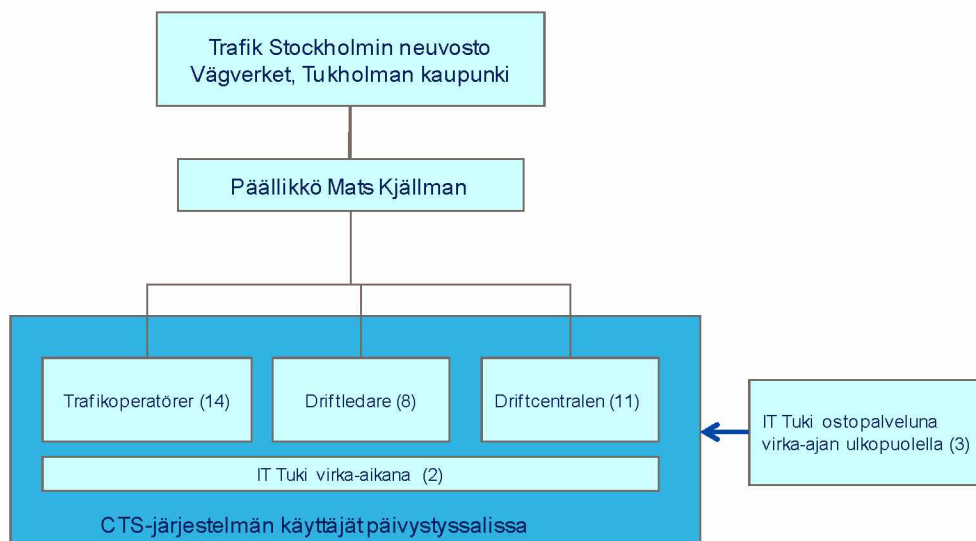
1.1 Työn tausta

Vuonna 2009 laaditussa liikenteenhallinnan integroidun käyttöliittymän esiselvityksessä suositellaan, että käyttöliittymää tulisi selvittää ja määrittää tarkemmin laajasti integroidun ratkaisun mukaisesti. Tukholmassa käytössä oleva Ruotsin tielaitoksen CTS-järjestelmä on erinomainen esimerkki laajasti integroidusta käyttöliittymästä.

Työn tavoitteena oli kartoittaa CTS-järjestelmän tekniset ratkaisut (arkkitehtuuri, rajapinnat, standardit), toiminnallisuus ja hankintaprosessi sekä analysoida niitä Suomen tilanteen kannalta. Työn tulosten perusteella päätetään, miten integroidun käyttöliittymän määrittelyvaihetta viedään eteenpäin.

1.2 Trafik Stockholmin ja CTS-järjestelmän yleiskuvaus

Trafik Stockholm on Vägverketin ja Tukholman kaupungin yhteinen organisaatio, jonka vastuualueena on mm. Tukholman läänin liikenteenhallinta. Alla olevassa organisaatiokaaviossa (kuva 1) on esitetty organisaatioon kuuluvat toimijat sekä kokonaisvahvuudet toimijoittain.



Kuva 1. Trafik Stockholmin organisaatio

Päivystysalissa toimivat liikennepäivystäjät (trafikoperatörer), ylläpitopäivystäjät (driftledare) sekä kaupungin ylläpitokeskus (driftcentralen). Suomen liikennekeskustoimintaan vertailukelpoiset toimijat ovat liikennepäivystäjät ja ylläpitopäivystäjät. Liikennepäivystäjät vastaavat liikenteenhallintaan liittyvästä toiminnasta. Ylläpitopäivystäjillä on puolestaan laajempi tekninen osaaminen ja he vastaavat tienvarsilaitteiden vikahallinnasta. Ylläpitopäivystäjät avustavat myös tunnelijärjestelmien

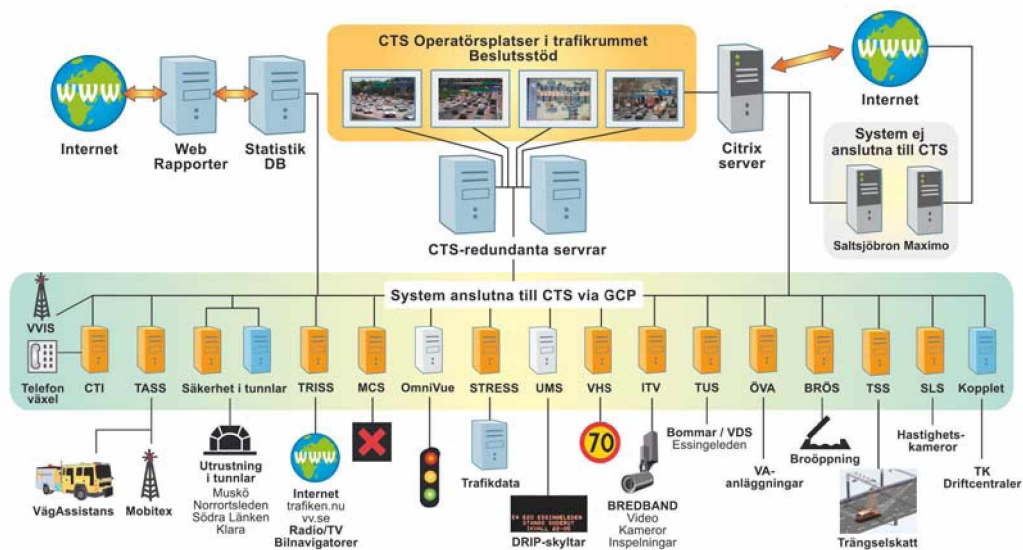
huoltotöiden tukitehtävissä. Päivävuorossa liikenne- ja ylläpitopäivystäjien vahvuus on 4+2 ja öisin 2+1. Suomen tienvarsiteknologian valvonta ja hallintapalvelu (Cygate) on tavoitetilassaan osittain rinnastettavissa Trafik Stockholmin ylläpitopäivystäjien kanssa.

Operatiivisen toiminnan lisäksi päivystyssalilla on jatkuvasti paikalla atk-tukihenkilöt, jotka vastaavat päivystyssalin ja palvelinhuoneen laitteiden toimivuudesta. Trafik Stockholmilla on palveluksessaan kaksi atk-tukihenkilöä, jotka hoitavat tehtävää virka-aikana. Virka-ajan ulkopuolella päivystää ostopalveluna kolme atk-tukihenkilöä (yksi/työvuoro).

CTS-järjestelmän järjestelmätason arkkitehtuuri on esitetty *kuvassa 2*. Pääperiaate on, että alijärjestelmät liitetään yhteen sateenvarjokäyttöliittymään, jossa tapahtumat käsitellään pääosin ennalta ohjelmoitujen toimintasunnitelmien (päätokeksen tuki) mukaisesti. Tällä hetkellä kokonaisuuteen on liitetty noin 30 järjestelmää. Kaikki uudet järjestelmät liitetään systemaattisesti CTS-järjestelmään.

Keskeistä teknisessä ratkaisussa on, että alijärjestelmät toimivat edelleen omassa ympäristössään, tarvittaessa itsenäisesti, eikä niiden älykkyyttä ole vähennetty. Tietyissä alijärjestelmissä on esim. valmiita ohjaussekvenssejä, joita vain käynnistetään CTS-järjestelmän kautta.

Ylläpitopäivystäjä pystyy ottamaan etäyhteyden alijärjestelmän käyttöliittymään Citrix-palvelimen kautta. Liikennepäivystäjät operoivat pääsääntöisesti ainoastaan CTS-käyttöliittymän kautta, joten ylläpitopäivystäjien rooli järjestelmähäiriötilanteissa on tärkeä.



Kuva 2. CTS-järjestelmän kokonaiskuva

2 Hankinta

2.1 CTS-järjestelmän hankintaprosessi

2.1.1 Hankinnan perusteet ja määrittelyt

Tukholman CTS-järjestelmän toiminnan ja toimintojen tarveanalyysi tehtiin vuonna 1995. Lähtökohtana oli silloin ajankohtainen Dennis -investointipaketti, johon sisältyi suuria lyhyellä aikavälillä toteutettavia hankkeita: moottoriteitä, Norra Länken, Södra Länken jne. 90-luvun alussa oli esillä useita suuria ITS-hankkeita, joista toteutettiin mm. hollantilaisen MTM-määrittelyn mukaisen moottoritiejärjestelmän hankinta.

Analyysiprosessin alkaessa ei ollut vielä päätetty, että hankittaisiin nykyisenkaltainen järjestelmä. Prosessin tuloksena todettiin, että tarvitaan liikenteenhallinnan toimintaa ohjaavaa päätöksenteon tukea. Tämä toimi perustana CTS-järjestelmän kehitykselle.

Hankinnassa edellytettiin myös prototyyppien tuottamista yhteistyössä tilaajan kanssa. Prototyyppien avulla voitiin esittää uusia toimintoja sekä kommentoida ja edelleen kehittää niitä. Jotkut tarjoajaehdokkaista kritisoivat tätä hankintatapaa. Prototyyppien kehitystyötä tehtiin kuitenkin toimituksen aikana erittäin paljon.

Markkinoilta ei suoraan löytynyt Tukholman CTS-järjestelmälle asetettuja vaatimuksia vastaavia valmiita ratkaisuja. Ainoa toteutettu vastaava järjestelmä oli Glasgow'ssa Skotlannissa. Tämän järjestelmän oli toimittanut brittiläinen Serco.

2.1.2 Tarjouspyyntö, tarjoukset ja toimittajan valinta

Tarjouspyyntöasiakirjat valmistuivat vuonna 1996. Tarjouspyyntö sisälsi toiminnallisia ja järjestelmän suorituskykyyn liittyviä vaatimuksia. Hankinta tehtiin vuonna 1997 kiinteähintaisena hankintana. Hankinta/sopimusprosessiin liittyi huomattava määrä neuvotteluja erityisesti toimintaympäristön muutosten takia.

Hankinta toteutettiin kaksivaiheisena kansainvälisenä ehdokkaiden valinta- ja tarjousprosessina. Ensimmäisessä vaiheessa valittiin viidentoista yleistason vaatimusten perusteella halukkaaksi ilmoittautuneen joukosta viisi kandidaattia varsinaiselle tarjouskierrokselle. Valituksi tulivat brittiläinen Serco, brittiläis-ranskalainen BAeSEMA, saksalaiset Siemens ja Bosch Signalbau Huber sekä ruotsalainen SAT Control (myöhemmin Alfa Laval). Tarjoushinnat vaihtelivat 24 – 50 miljoonan Ruotsin kruunun välillä (Bosch 24 M, BAeSEMA 33 M, Serco 36 M, Siemens 50 M). Bosch Signalbau Huber tarjosi liikennevalojärjestelmää eli tarjous ei vastannut tarjouspyynnön vaatimuksia ja karsiutui sen vuoksi jatkosta. Valinnan loppusuoralla olivat mukana Serco ja BAeSEMA, joiden tarjoukset olivat laadullisesti parhaat.

Tarjousten arviointiin käytettiin aikaa noin puoli vuotta. Tärkeätä oli arvioida tarjokkaiden yhteistyökykyä ja mahdollisuuksia sekä heidän osaamistaan ja mitä he ovat aiemmin tehneet. Valintaprosessi oli selvitetty tarjouspyyntöasiakirjoihin kuuluvassa Föreskrifter för anbudsgivning / Instructions to Tenderers dokumentissa (myöhemmin ItT, 30-sivuinen asiakirja + liitteitä yhteensä 57 sivua) sen kohdassa 6

ja liitteessä 7. Tarjoushinnan osuuden paino oli 30 % ja teknisten tekijöiden osuuden paino 70 %. Tekniset tekijät jakautuivat kahteen osaan:

1. pakolliset tekniset vaatimukset, joihin kuuluivat
 - a. järjestelmän modulaarinen rakenne ja yleiset työkalut moduulien väliseen tiedonvaihtoon,
 - b. mahdollisuus laajentaa järjestelmää Toiminnallisten määrittelyjen [FS] kohdan 2.17 mukaisesti,
 - c. järjestelmän Toiminnallisten määrittelyjen mukaisten varmuusvaatimusten huomioon ottaminen ja
 - d. systemaattinen järjestelmän ja ohjelmistojen kehitysmenettely sekä
2. tekniset suositukset, joihin kuuluivat toiminnallisuus, laatu, tarjotun ratkaisun tekniset ansiot keskeisillä tekniikan osa-alueilla sekä tarjoajan kyvyt ja osaaminen.

Tarjouksen vertailuhintaan laskettiin yhteen koko tarjouksen hinta ja tarjouksen toistuvien kustannusten nykyarvo. Tekniset pisteet laskettiin arvioitujen ominaisuuksien painotettuna summana (näiden keskinäistä painotusta ei ItT:ssä ole selvitetty).

Tarjousten vertailussa otettiin huomioon sekä kustannus- että tekniset tekijät. Tarjouspisteet laskettiin alla olevan sekä tarjousten vertailuhinnan että tekniset pisteet huomioon ottavan kaavan mukaan:

Vertailupistemäärä
$$(S) = \left(\frac{C}{C_{\min}}\right) * X + \left(\frac{T_{\max}}{T}\right) * Y$$

jossa:

C = tarjouksen vertailuhinta,

C_{min} = alin tarjousten vertailuhinnoista,

T = tarjouksen tekniset pisteet,

T_{max} = vastaavien tarjousten korkein teknisten pisteiden määrä,

X = tarjouksen vertailuhinnan paino sekä

Y = teknisten pisteiden paino.

Tämän jälkeen käytiin alhaisimman vertailupistemäärän saaneen tarjoajan luona hankkimassa lisäselvityksiä. Tilaajan tarkoituksena oli näin, ennen lopullista päätöstä, varmistaa, että tarjoaja on todella kykenevä tekemään työn hyväksyttävällä tavalla. Lisäselvitysten hankintaprosessia kuvattiin ”kuulusteluksi”.

Valintaprosessista laadittiin ItT:n rakenteen mukainen raportti, jonka kirjoittamiseen käytettiin paljon resursseja. Valintaprosessi kuvattiin avoimesti ja selkeästi, mikä osaltaan vaikutti todennäköisesti siihen, että valintaprosessista ei seurannut ainoatakaan vakavaa valitusta.

2.1.3 Toimitusaikataulu

Hankinnan eteneminen oli ajoitettu niin, että vuonna 2001 järjestelmään liitetään 4 osajärjestelmää: moottoritiejärjestelmä, VMS-järjestelmä, tiesää TRISS-järjestelmän kautta ja keskitetty liikennevalojärjestelmä. Tämä ei toteutunut aivan suunnitelman mukaan: Norra Länkeniä ei rakennettu ja sen sijaan järjestelmään liitettiin pari pienempää tunnelia. Muutokset johtivat hankintasopimuksen tarkistamiseen. Toisessa vaiheessa vuonna 2003 järjestelmään tuli suunnitelman mukaan liittää 10 uutta osajärjestelmää ja vuonna 2004 Södra Länken.

Vuoteen 2005 asti toimittiin vuonna 1997 tehdyn hankintasopimuksen mukaan. Sen jälkeen siirryttiin Sercon kanssa käyttö- ja ylläpitosopimukseen. Uusi käyttö- ja ylläpitosopimus tehtiin vuonna 2009 ruotsalaisen Infracontrol AB:n kanssa. Infracontrol on tehnyt tätä koskevan yhteistyösopimuksen brittiläisen Nicander Ltd:n kanssa, joka on hankkinut CTS-järjestelmän asiantuntijoita Sercolta, sekä ruotsalaisen Viati Konsult AB:n kanssa. Taustatavoitteena tässä on myös laajentaa järjestelmäosaamista Ruotsiin ja näin varmentaa, että jatkossa ylläpitotarjouksia voidaan saada useammalta taholta.

2.1.4 Tarjousten ja niiden käsittelyn kieli

Tarjoukset tuli laatia joko ruotsiksi tai englanniksi. Ennen sopimuksen allekirjoittamista tuli tarjousasiakirjat toimittajan toimesta kääntää ruotsiksi. Sopimus liitteineen tehtiin tarjouspyyntöasiakirjojen mukaan ruotsin kielellä.

Sopimus ja muut toimitukseen liittyvät asiakirjat kuului tilaajan kääntää englanniksi. Sopimukseen kuuluvia asiakirjoja, jotka ovat hankittavissa kirjakaupasta, ei tilaajan kuulunut kääntää. Tämä koski myös Vägverketin ohjeita.

Tulkintaerimielisyyksien sattuessa oli asiakirjojen ruotsinkielinen sanamuoto tarjouspyynnön mukaan pätevä.

2.1.5 Hankintaorganisaatio

Vägverketillä oli CTS-hankintaa varten oma hankintaorganisaationsa. Hankinnan projektipäällikkönä toimi Lars Jonsson. Projektipäällikön tehtävien lisäksi hän vastasi myös ohjaus- ja tietoliikennepuolesta. Apulaishankintapäällikkönä toimi konsultti Britt-Marie Jacobsson Sweproilta (ruotsalainen projektinjohtamisen ja toimintojen kehittämisen konsulttiyritys). Jacobsson oli Jonssonin mukaan erittäin kokenut projektipäällikkö. Hankinnan tukihenkilönä toimi Vägverketin juristi. Ryhmässä oli jatkuvasti mukana kaksi tulevan järjestelmän loppukäyttäjää eli liikennepäivystäjää. Hankinnan teknisenä konsulttina toimi Aerotech Telub AB (nykyisin Saab Combitech). Teknisen konsultin käyttö koettiin hyödylliseksi. He auttoivat hankinta-asiakirjojen laadinnassa ja tarjousten arvioinnissa.

Swepro on myös jatkossa osallistunut CTS:n toimintaan ja kehittämiseen liikenneturvallisuutta koskevista asioista, toimintamallien laatimisesta ja liikennepäivystäjien sertifiointissa.

2.2 Mitä kokemuksia voidaan hyödyntää Suomen hankinnassa

Hankintaa varten kannattaa varata riittävästi resursseja sekä luoda osaava hankintaorganisaatio, joka vastaa hankkeesta koko prosessin ajan määrittelyvaiheesta toimituksen vastaanottoon. Organisaatiossa tarvitaan toiminnallista, teknistä ja hallinnollista osaamista. On suositeltavaa, että hankkeella on kokopäiväinen projektipäällikkö, jolla tarvittaessa voi olla myös muita hankkeeseen kuuluvia osatehtäviä. Lisäksi on hankintaorganisaatioon varattava tarvittavat muut resurssit Liikenneviraston Tieosastolta ja tarvittaessa Hallinto-osastolta sekä tarvittavaa konsulttiapua.

Tukholman pyrkimystä hankintaprosessin täydelliseen avoimuuteen kannattaa noudattaa myös Suomen hankinnassa. Trafik Stockholmin mukaan avoimuudesta ja hankintaprosessin raportoinnista hankinta-asiakirjojen (IT) rakenteen mukaisesti oli selvää hyötyä, koska näin välttyttiin suuremmilta hankintaa koskevilta valituksilta.

3 Toiminnallisuus ja tekniset ratkaisut

3.1 CTS:n päätoiminnot

Analyysiprosessin tuloksena päädyttiin siihen, että Tukholman alueen liikenteenhallintaan tarvitaan toimintaa ohjaavaa päätöksenteon tukea. CTS-järjestelmän tavoitteiksi asetettiin:

- a) koota kaikki tiedot yhtenäisellä tavalla,
- b) esittää tapahtumat ja hälytykset yhtenäisellä tavalla,
- c) esittää laitteet yms. yhtenäisellä tavalla ja
- d) yhdistää eri tietoja sopivilla tasoilla.

Näiden tavoitteiden toteutuminen mahdollistaa laadukkaan liikenteenhallinnan CTS:n kaltaisessa laajassa ympäristössä. Toimintoja ei ole mahdollista keskittää yhteen järjestelmään. Alijärjestelmät toimivat omissa ympäristöissään omien asiantuntijoidensa ylläpidossa. CTS-järjestelmään yhdistetään tiedot mutta yksityiskohdat ja suurin osa älykkyydestä pysyvät alijärjestelmissä.

Päätöksenteon tuki on CTS:n kulmakivi. Tapahtumat esitetään niin, että tilanne voidaan selkeästi ymmärtää ja varmistaa sekä valita ja toteuttaa tilanteen mukaiset oikeat toimenpiteet.

CTS-järjestelmän modulaarisuus antaa mahdollisuuden hyödyntää uutta tekniikkaa. Järjestelmään on mahdollista hankkia ja liittää uusia alijärjestelmiä, jotka toimivat hankintahetken tekniikalla. Ajatuksena oli, että uusien järjestelmien valinta ei voi perustua vuonna 1995-6 tehtyihin teknisiin päätöksiin.

CTS-järjestelmän pääsovellus ja päätöksenteon tuki on rakennettu Gensym G2 ohjelmistoalustalle. Järjestelmän päätoiminto on tapahtumakäsittely, jonka kautta liikennepäivystäjän kaikki työtehtävät suoritetaan. Tapahtumakäsittely perustuu nelivaiheiseen prosessiin (kuva 3), jossa monimuotoisetkin tilanteet hoituvat nopeasti automaattisten toimintasuunnitelmien avulla.

CTS tapahtumakäsittely

1. Lähtötiedot ovat **TAPAHTUMATYYPPI** ja **PAIKKA** + muu informaatio

Manuaalinen syöttö tai automaattiset hälytykset osajärjestelmiltä

2. VARMENNUS

Seurantakamera tai "varma" lähde (Poliisi, Tiepalvelu tms.)

Päätöksenteon tuki

3. JÄRJESTELMÄ EHDOTTAU TOIMENPIDESUUNNITELMAA

Päivystäjä valitsee toimenpidesuunnitelman

Järjestelmä toteuttaa toimenpiteitä

4. Toimenpiteitä toteutetaan

Ohjauskäskyjä osajärjestelmille
Tiepalvelun paikalle kutsuminen
Informaatio (sähköposti, telefax, puhelin, Internet)

Kuva 3. CTS-järjestelmän nelivaiheinen tapahtumakäsittely

Tapahtumakäsittely alkaa tapahtumalomakkeen (kuva 4) avauksella joko automaattisesti alijärjestelmien hälytyksestä tai manuaalisesti päivystäjän toimesta. Tarvittavat alkutiedot ovat tapahtuman *tyyppi* ja *paikka*. Päivystäjä voi myös samalla syöttää tapahtumalomakkeeseen lisätietoja, joita hän katsoo tärkeäksi dokumentoida. Tämän jälkeen päivystäjä varmistaa tapahtuman seurantakameran avulla tai luotettavalta lähteeltä (poliisi, tiepalvelu ym.). Kun tapahtuma on varmistettu, järjestelmä ehdottaa tilanteen hoitoon sopivia toimintasuunnitelmia. Päivystäjällä on mahdollisuus valita näkemyksensä mukaan tilanteeseen parhaiten soveltuva suunnitelma. Toimintasuunnitelman valinta käynnistää sen mukaisten toimenpiteiden suorittamisen oikeassa järjestyksessä esim. ohjauskäsky alijärjestelmille, liikennetiedotteiden lähetys, ilmoitukset sidosryhmille ym.

The screenshot shows a software window titled "Verifiering" (Verification). It contains several sections:

- Kamerabild** (Camera image): Includes buttons "Eler" (View) and "Bekräfta" (Confirm). To the right is a list of camera sources with checkboxes: "Polis LKC Stockholm", "Vägassistans 113", and "Vägassistans 112".
- Kopplingar** (Linking): Includes a "Koppla" (Link) button and a "Huvudrapport:" checkbox which is checked.
- Åtgärdsplan** (Action plan): Includes buttons "Förhandsg." (Preview), "Fler" (More), and "Valj" (Select). To the right is a table showing action plans:

? SL MCS P2	MCS prio 2-fel i SL
? MCS P2	MCS prio 2-fel.

At the bottom of the window are four buttons: "Starta ÅP" (Start Open), "Återställ" (Reset), "Avsluta" (End), and "Stäng" (Close).

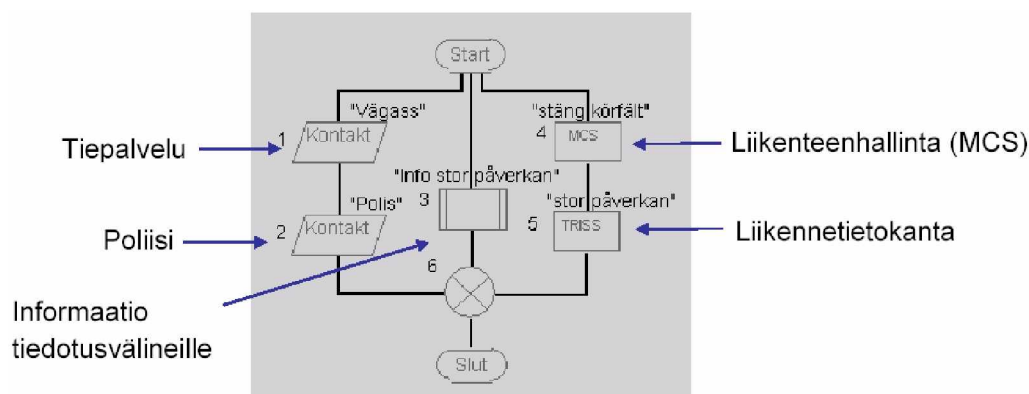
Kuva 4. Tapahtumalomakkeen ikkuna

Pysähtynyt ajoneuvo tietunnelissa aiheuttaisi CTS-järjestelmässä seuraavanlaisen tapahtumakulun:

- Tunnelin ohjausjärjestelmästä saapuu häiriöheräte CTS-järjestelmään, joka käynnistää tapahtumalomakkeen käsittelyn.
- Hälytys on automaattinen, joten lomakkeessa on valmiiksi täytetty tapahtuman tyyppi (pysähtynyt ajoneuvo) ja paikka.
- Päivystäjä saa yhden painikkeen kautta oikean kamerakuvan esille ja varmistaa tilanteen.
- Varmistuksen jälkeen CTS-järjestelmä ehdottaa tilanteen hoitoon sopivia toimintasuunnitelmia (*esimerkkejä toimintasuunnitelmista on esitetty luvussa 3.2*).
- Päivystäjä valitsee niistä parhaiten soveltuvan (yleensä ylimpänä esitettynä) ja käynnistää sen.
- Toimintasuunnitelman vaiheita hyväksymällä CTS-järjestelmästä lähetetään liikennetiedotteet radioon ja Internet-palveluihin, tiepalvelu hälytetään auttamaan pysähtynyttä ajoneuvoa ja tietunnelin vaihtuvia opasteita ohjataan vallitsevan tilanteen vaatimalla tavalla.

3.2 Toimintasuunnitelmaesimerkkejä

Toimintasuunnitelmat esitetään vuokaavioilla (*kuva 5*). Kaaviota luetaan ylhäältä alas ja siihen voi sisältyä useita toimintaketjuja rinnakkain. Suorakaiteen mallinen symboli, jonka reunassa on kaksoisviivat tarkoittaa, että alijärjestelmässä aktivoidaan paikallinen toimintasuunnitelma.

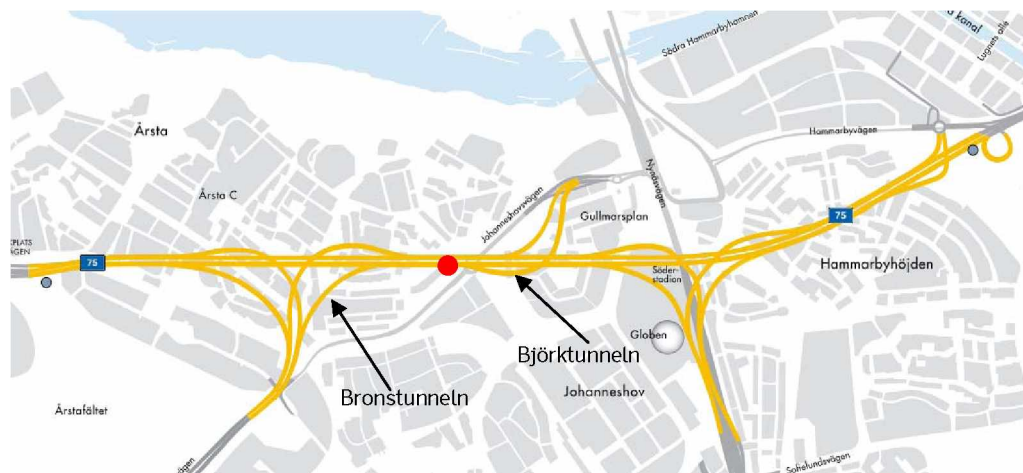


Kuva 5. Toimintasuunnitelmat esitetään vuokaavioina.

Yhtenä lähtölaukauksena toimintasuunnitelmien kehittämiseksi oli Södra länkenin tunnelijärjestelmän (*kuva 6*) toteuttaminen. Tunnelijärjestelmässä on useita liittyviä liityntätunneleineen ja tunneliputkea on yhteensä 4,5 km. Kyseessä on erittäin laaja järjestelmä, joka sisältää mm. 450 kameraa, 364 kaistaopastinta ja yli 200 muuta

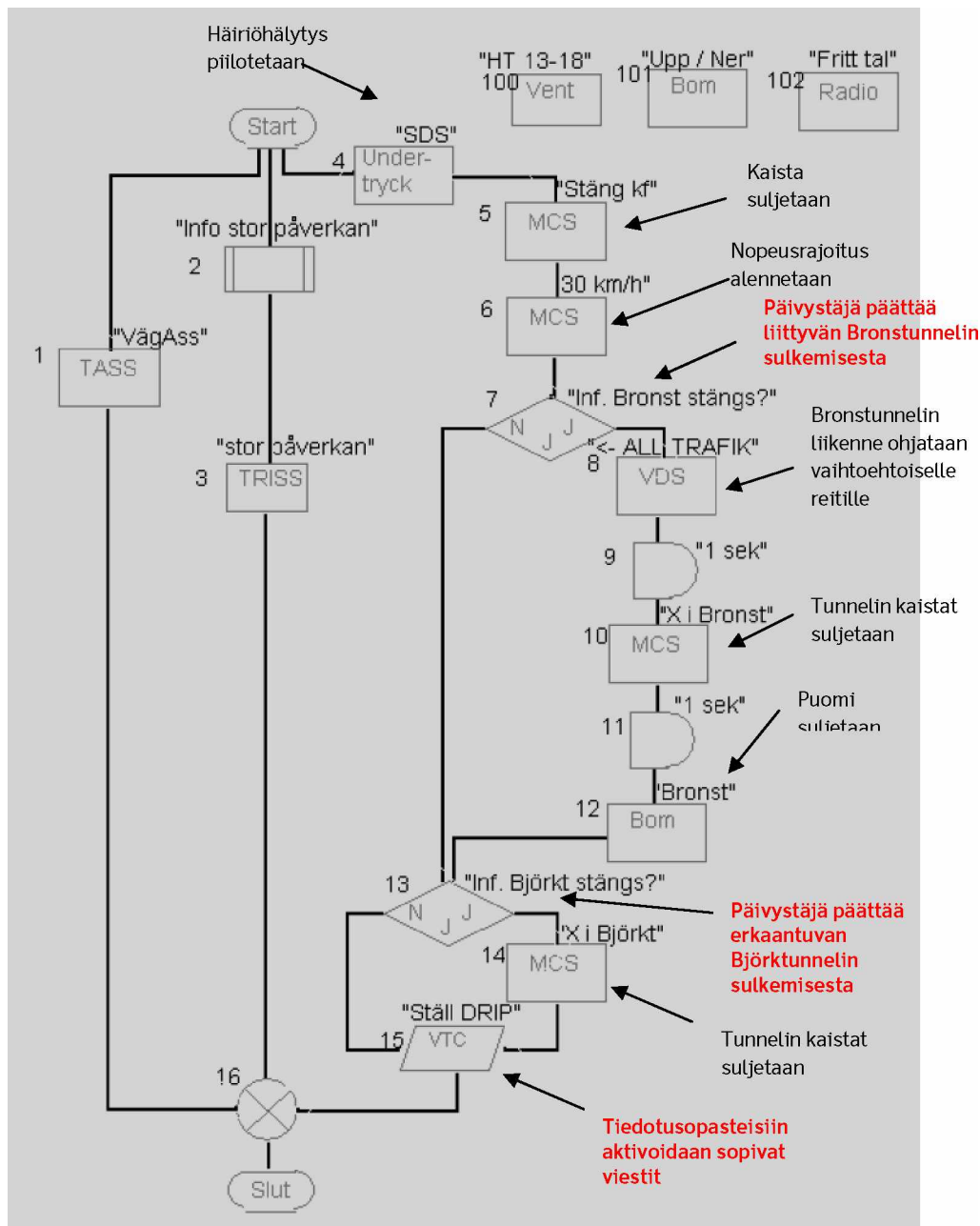
vaihtuvaa opastetta. Puomeja on yli 40 kappaletta. Södra länkenissa on yhteensä yli 1500 toimintasuunnitelmaa käytössä.

Yleisin liikennetapahtuma Södra länkenissa lienee tunnelissa pysähtynyt ajoneuvo. Jos esimerkiksi itään päin kulkeva ajoneuvo pysähtyy oikealla kaistalla alla olevan kuvan punaisen pallon kohdalla, tulee liikennepäivystäjälle ehdotus toteuttaa seuraavalla sivulla olevaa toimintasuunnitelmaa (kuva 7). On huomioitava, että pysähdyskohta sijaitsee Bronstunnelin liityntätunnelin ja Björktunnelin erkaantumistunnelin välillä, jolloin kaistan sulkeminen aiheuttaa ohjaustarpeita myös niihin.



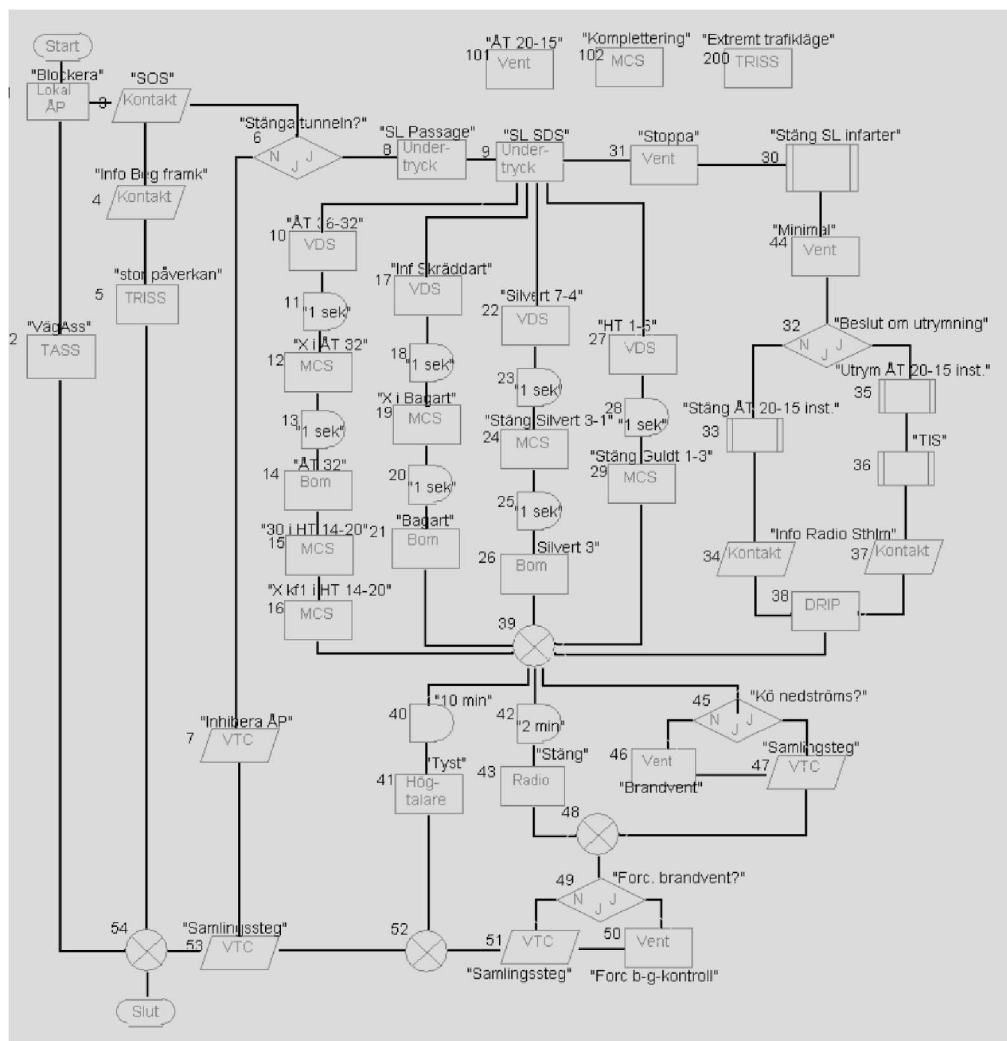
Kuva 6. Södra länkenin tunnelijärjestelmä (keltaiset väylät)

Suoritettavassa toimintasuunnitelmassa on kolme rinnakkaista päätoimintoa, joissa pääosa ohjausaskeleista tapahtuu automaattisesti. Ohjausaskeleet on selostettu alla olevassa kuvassa. Lihavoidulla teksteillä selostetut kohdat vaativat päivystäjältä toimenpiteitä.



Kuva 7. Toimintasuunnitelma pysähtyneelle ajoneuvolle

Edellä selostettu tilanne on erittäin yleinen, sillä Södra länkenissa pysähtyy ajoneuvo keskimäärin 1.4 kertaa päivässä. Vakavammissa häiriötilanteissa kuten ajoneuvopalossa tarvitaan yleensä laajempia toimintasuunnitelmia. Alla olevassa kuvassa 8 on esimerkki toimintasuunnitelmasta, jossa suljetaan toinen tunneliputki sekä yksi kaista toisessa tunneliputkessa mahdollista evakuointia varten.



Kuva 8. Toimintasuunnitelma Södra länkenin toisen tunneliputken sulkemiseksi tulipalotilanteessa.

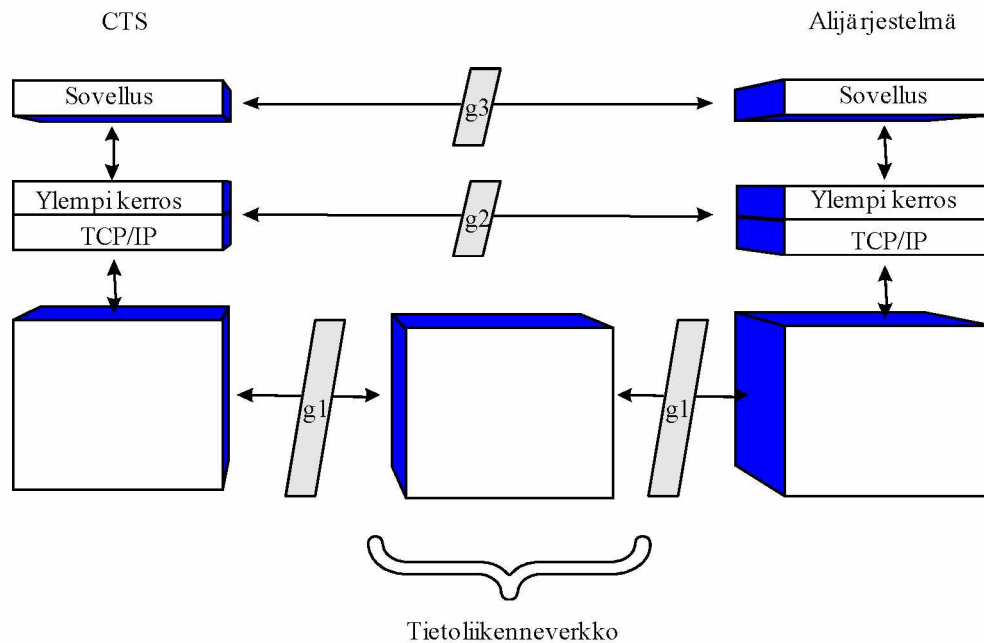
3.3 Tekniikka

3.3.1 Rajapinnat

Järjestelmäintegraatiossa, rajapintaratkaisut ovat merkittävässä roolissa. CTS-järjestelmän hankinta-asiakirjojen rajapintavaatimuksissa liittyntärajapintoja kuvattiin kolmella tasolla (kuva 9). Alimmalla tasolla on fyysinen kerros g1, jossa määritellään miten CTS-järjestelmä tai alijärjestelmä kytketään tietoliikenneverkkoon. Keskimmäisellä tasolla on ns. kuljetusrajapinta g2, jossa määritellään palvelut ja protokollat. Ylimmällä tasolla sovellusrajapinnassa g3 on kuvattu sovellusten välisten viestien muodot ja sisällöt.


Fyysisen kerroksen (g1) rajapintavaatimuksissa on vaatimukset lähiverkkotekniikan, kaapelityypin ja liitostyyppin standardeista. Vaatimusmäärittely on tämän osalta suoraviivaista, sillä kyseessä on yleisesti käytettyjä standardeja.

Kuljetusrajapinnan (g2) määrittelyssä kuvattiin toteutettavat palvelut, palveluiden käyttämät tiedonsiirtoprotokollat ja liittynät tietoliikenneverkkoon (kuva 10).



Kuva 9. CTS ja alijärjestelmien liittytäraajapinnat kuvattu kolmella tasolla.

e-post		"data"		"konsol"	tid	nätverks- övervakn.	"Web"	"Name- server"	Databas- access	Fax
X.400	SMTP		FTP	X.11	NTP	SNMP	HTTP	DNS	ODBC	FAX- STD
	MIME	BER								
	TCP/UDP									
X.25	IP									MODU- LATION- STD
	"Ethernet"									
Kommunikationsplattform										

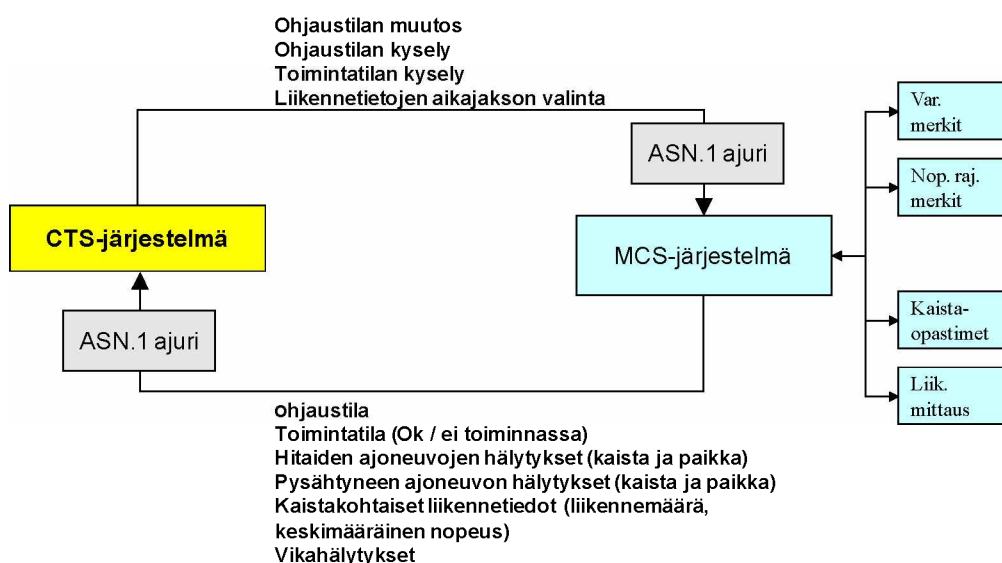
 *Tjänster*

Kuva 10. Kuljetusrajapinnan palveluiden vaatimukset

Sovellusten väliset rajapinnat (g3) kuvattiin hankinta-asiakirjoissa yksinkertaisella toiminnallisella tasolla, johon sisältyi yleinen kuvaus, tuleva data ja lähtevä data. Kuvauksissa oli eritelty tunnelit ja muut järjestelmät. Tavoitteena oli antaa tarjoajalle tietoa erityyppisten rajapintojen kompleksisuudesta. Hankinta-asiakirjoihin kirjattiin, että sopimuksen jälkeen rajapintaratkaisut määritellään yhteistyössä alijärjestelmien toimittajien kanssa.

Rajapintojen lisäksi kuvattiin viestimuodot erillisessä dokumentissa. Kuvauksissa käytettiin ASN.1 standardia (Abstract Syntax Notation number 1). ASN.1 on nimensä mukainen abstrakti tietorakenteiden kuvaustapa, jossa ei sitouduta tiettyyn ohjelmointikieleen. CTS-hankinnassa käytettäväksi ohjelmointikieleksi vaadittiin ISO8825-1, BER (Basic Encoding Rules), joka on yksi ASN.1 standardin tukema ohjelmointikieli.

Kuvassa 11 on esitetty CTS-järjestelmän ja alijärjestelmän (MCS) välinen kommunikointi. Molemmissa päissä toimivat ASN.1 ajurit sovittavat järjestelmät yhteen. Kuvassa on nuolien yhteydessä esitetty mitä viestejä CTS-järjestelmä lähettää ja vastaanottaa kyseiseltä alijärjestelmältä.



Kuva 11. CTS- ja MCS-järjestelmän kommunikointi

ASN.1-rajapinta on CTS-järjestelmään liittyen herättänyt paljon kysymyksiä mm. miksi ei käytetä nykyään yleisempää XML-kieltä. Serco on Trafik Stockholmin pyynnöstä verrannut ASN.1-rajapinnan ja XML-rajapinnan suorituskykyjä. Testeissä osoitettiin, että ASN.1-rajapinta on 10 kertaa nopeampi. ASN.1 sopii siis kyseisten testien valossa paremmin kuin XML reaaliaikaisiin järjestelmiin. ASN.1 on myös Trafik Stockholmin kokemusten mukaan edullinen toteuttaa, sillä syntaksi on yksinkertainen ja suoraviivainen. Eduksi mainittiin myös ilmainen kompilaattori, jossa ASN.1 kuvaukset käännetään C-koodiksi.

3.4 Tietoliikenne

Kaikki Trafik Stockholmin järjestelmät toimivat eristetyssä tietoliikenneverkossa GCP (general communication platform). GCP:n periaatteena on, että jokaisen alijärjestelmän paikallinen tietoliikenneverkko perustuu rengastopologiaan. Verkoilla on toisin sanoen redundantit liityntäpisteet. Paikalliset tietoliikenneverkot on liitetty globaaliin rengasverkkoon. Ratkaisu mahdollistaa verkolle erittäin hyvän toimintavarmuuden.

Tiedonsiirto toimii pääasiallisesti Vägverketin oman optisen kaapelin kautta. Kaapeliverkkoa laajennetaan jatkuvasti suurempien tienrakennustöiden tai perusparannustöiden yhteydessä. Pitkillä välimatkoilla, jolloin kaapelin asentaminen olisi kohtuutonta, esimerkiksi joidenkin tunnelien osalta, käytetään optisen kaapeliyhteyden sijaan Vägverketin radioyhteyttä. Muutamassa harvassa tapauksessa käytetään myös vuokrattuja yhteyksiä.

Sekä Trafik Stockholm että käyttö/huoltourakoitsija valvovat jatkuvasti GCP:tä sen tietoliikenneportteja, reitittimiä ja kytkimiä tarkkailevalla valvontalaitteistolla. Vikatilanteista lähetetään hälytys liikennekeskukseen toimenpiteitä varten. Huolto-urakoitsijaa koskevat viallisten komponenttien korjauksen tai vaihdon aikavaatimukset ovat tiukat.

Tiedonsiirtokapasiteetti päälinkeillä kytkimien välillä on 1 GB. Hyvän peruskapasiteetin lisäksi on järjestelmään lisätty toimintoja, jotka turvaavat tiedonsiirron laadun. Korkea videokuormitus ei esimerkiksi missään tapauksessa voi syrjäyttää tärkeää hälytystiedonsiirtoa.



Kuva 12. Tiedonsiirtoverkko GCP

GCP:hen kuuluu myös sisäänrakennettuja hajautettuja digitalisten videoiden käsittelytoimintoja. Kaikkien kameroiden videokuvia voidaan vastaanottaa eri valvontapisteissä, mm. Trafik Stockholm, Vägverketin piirikonttori, Södra Länkenin paikallisvalvomo. Trafik Stockholm voi myös toimittaa videokuvia pelastuspalveluille, hälytyskeskukselle ja poliisille.

3.4.1 Vasteaikavaatimukset

CTS:n toiminnallisissa vaatimuksissa esitettiin vasteaikavaatimuksia eri toiminnoille. Vaatimukset esitettiin mitoitus- ja maksimikuormitukselle. Vasteajaksi on määritelty aika toiminnon käynnistämisestä painikkeella siihen, kun kuva on täydellisesti esillä tai viesti lähetetty osajärjestelmälle.

Vaatimukset testattiin kokeilla, joista 90 % on alitettava toiminnolle annettu vasteaikavaatimus. Jokaisen yksittäisen kokeen on alitettava vasteaikavaatimus + 50 % (eli jos vasteaikavaatimus on 2 s, on jokaisen kokeen alitettava 3 sekuntia).

Osa CTS-järjestelmän vasteaikavaatimuksista on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. CTS-järjestelmän vasteaikavaatimukset

Toiminto	Vasteaika- vaatimus mitoitus- kuormituksella	Vasteaika- vaatimus maksimi- kuormituksella
Tyhjän tapahtumalomakkeen avaus	< 0,5 s	< 0,7 s
Videokuvan avaaminen klikkaamalla kameraobjektia. Aika kunnes videokuva näytetään.	< 1 s	< 1,5 s
Ympäristösuureiden haku ja esittäminen tiejakson kaikilta osuuksilta. Ei sisällä alijärjestelmän vasteaika.	< 2 s	< 2,5 s
Aika tapahtumahälytyksen saapumisesta sen esittämiseen tapahtumalistalla	< 1,5 s	< 2 s
Aika karttaikkunan ja liikennetilanteen esittämiseen.	< 3 s	< 4 s
Aika käsiohjauskäskylle osajärjestelmälle, kunnes viesti lähetetään verkkoon (GCP verkkoon).	< 1 s	< 1,5 s
Puhelun kytkeminen päivystäjän työpisteeltä. Aika mitataan kunnes vaihde alkaa yhdistämään numeroon.	< 1 s	< 1,5 s
Aika manuaalisesta raportin rekisteröinnistä kunnes se esitetään ao. päivystäjän tapahtumalistalla	< 2 s	< 2,5 s
Toimintasuunnitelman hakeminen nimen perusteella.	< 1 s	< 1,5 s
Virtuaalisen terminaalikuvan hakeminen alijärjestelmästä	< 2 s	< 2,5 s

Muut toiminnot, jotka eivät löydy edellä olevasta luettelosta, luokiteltiin kahteen luokkaan alla olevan mukaisesti:

Normaalit esitys- tai tiedonhakutoiminnot	< 1 sek	< 1,5 sek
Tietokantaa tai tietoliikennettä kuormittavat toiminnot	< 3 sek	< 4 sek

3.5 Järjestelmän ylläpito

CTS-järjestelmän ohjelmistot päivitetään kokonaisuudessaan kaksi kertaa vuodessa. Käytännössä kyseessä voi olla uusien alijärjestelmien käyttöönotto tai ohjelmistojen parannuspäivitykset. Tämän lisäksi tehdään kuukausittaisia pienimuotoisempia data-päivityksiä. Niiden avulla päivitetään järjestelmän tietosisältöä koskien esimerkiksi tieverkkoa, viranomaisten puhelinnumeroita jne.

Toimintasuunnitelmien luetteloa täydennetään jatkuvasti, koska liikenteessä esiintyy jatkuvasti uusia ilmiöitä, jotka edellyttävät toiminnan kehittämistä. Uudet suunnitelmat simuloidaan CTS:n testi- ja koejärjestelmässä ennen niiden asentamista. Toimintasuunnitelmia voidaan päivittää myös toiminnan aikana (online), jos päivystäjä häiriön aikana havaitsee, että ohjelma tarvitsee parannuksia. Nämä online -muutokset on tärkeää päivittää myös testi- ja koejärjestelmään.

Ajoittain tulee tarvetta lisätä Trafik Stockholmin järjestelmään uusia osajärjestelmiä, jos Tukholman tieverkkoon esimerkiksi lisätään uusi tieyhteys. Jokaisen uuden osajärjestelmän liittämiseen liittyy järjestelmän simulointi, jotta päivystäjät voivat harjoitella potentiaalisia häiriötilanteita. Osajärjestelmiä ei oteta käyttöön ennen kuin riittävän monella simulaatiolla on varmistettu, että järjestelmä toimii tarkoitetulla tavalla.

Testi- ja koejärjestelmää voidaan käyttää myös varsinaisen järjestelmän varajärjestelmänä. Toimintakatkosten ajaksi voidaan tehdä fyysinen uudelleenkytkentä testi- ja koejärjestelmään, joka korvaa varsinaisen järjestelmän ja toteuttaa samat toimintasuunnitelmat kuin varsinainen järjestelmä olisi toteuttanut.

3.6 Toiminnalliset riskit

Uppsalan yliopiston IT-instituutti laati vuonna 2008 Trafik Stockholmin toiminnallisen riskianalyysin ”Trafik Stockholm, En risk- och sårbarhetsanalys av trafikövervakningen i Stockholm”. Analyysi perustui haastatteluihin ja tutustumiskäyn-teihin Trafik Stockholmin toimipaikoille.

Trafik Stockholmin analyysissä havaittiin seuraavia toiminnallisia riskejä:

- CTS tuottaa runsaasti virheellisiä hälytyksiä pysähtyneistä ajoneuvoista. Tämä on johtanut siihen, että päivystäjät eivät ota näitä hälytyksiä tosissaan, koska useimmat niistä kuitenkin koskevat ajoneuvoja, jotka eivät oikeasti ole pysähtyneet¹.

¹ Virheelliset hälytykset eivät sinällään ole CTS:n, vaan siihen liitettyjen alajärjestelmien tuottamia hälytyksiä.

- Voi myös esiintyä ongelmia, jotka johtuvat siitä, että Trafik Stockholmin alajärjestelmiä hoidetaan ulkoisesti yhtenäisen ylätason järjestelmän kautta. Jos CTS-järjestelmä jostain syystä ei toimi ja päivystäjien täytyy käyttää järjestelmiä alajärjestelmätasolta, rajoittuvat heidän mahdollisuutensa hoitaa tehtäviään. Heillä ei enää ole aikaisempaa alajärjestelmien tuntemusta ja osaamista, kun kaikki toiminta normaalisti hoituu keskusjärjestelmän kautta.
- Trafik Stockholmin saadessa jostain tapahtumasta hälytyksen, aiheutuu siitä usein muita hälytyksiä, jotka johtuvat ensimmäisen hälytyksen aiheuttaneen tapahtuman seurauksista. Päivystäjät tietävät hyvin, että seuraushälytyksiä tulee ja niihin ei siitä syystä tarvitse kiinnittää vastaavaa huomiota kuin ensimmäiseen: sekundäärisiä häiriöitä kuitenkin tapahtuu ja niiden hälytyksiä tulee. Tähän sisältyy kuitenkin vaara, että myöhäisempi hälytys ei välttämättä tulekaan ensimmäisen hälytyksen seurauksena, vaan koskee selkeästi täysin eri häiriötä. Päivystäjä saattaa vain rutiininomaisesti luottaa siihen, miten asiat yleensä ovat.
- Ongelmia voi aiheutua myös siitä, että Trafik Stockholm toimii omassa laajakaistaverkossaan. Koska verkko on eristetty, ovat kaikki järjestelmän tiedonsiirtoyhteydet riippuvaisia siitä, että verkko toimii. Jos yhteys verkkoon jostain syystä yhdessä tai useammassa kohdassa katkeaa, seuraa tästä, että näitä kohtia ei voida valvoa. Pahimmassa tapauksessa voi vaikka yhteys tunneliin tai useampaan tunneliin katketa. Tällä voi onnettomuuden sattuessa olla vakavia seurauksia, jos paikalle esimerkiksi ei ennätetä ajoissa lähettää henkilökuntaa².
- Testi- ja koejärjestelmä muuttaa kausipäivitysten yhteydessä poikkeuksetta myös varsinaisen järjestelmän tiedot. Päivityksiä tehdään joskus myös suoraan varsinaiseen järjestelmään esimerkiksi toimenpideohjelmien osalta. Ellei samaa päivitystä ole samanaikaisesti tehty testijärjestelmään, poistuu tehty muutos seuraavan kuukausittaisen päivityksen yhteydessä. Tämän käytännön sijaan tulisi riskianalyysin ehdotuksen mukaan kehittää toiminto, joka tarkistaa, mikä muutos on tehty viimeksi, jolloin tämä muutos päivittyisi molempiin järjestelmiin. Tällä tavalla päästäisiin eroon siitä, että vanhemmat toimenpidemallit korvaavat uudemmat.

Trafik Stockholm on siitä lähtien, kun he saivat tehtäväkseen valvoa Tukholman tieverkkoa, selvinnyt toiminnassaan muutamasta suuremmasta toimintakatkoksesta. Järjestelmävastaavan mukaan³ heillä ei kuitenkaan ole valmiiksi laadittuja sääntöjä, jotka osoittaisivat, mitkä toimintakatkokset ovat vakavimpia: kaikki toimintakatkokset ovat Trafik Stockholmin mukaan yhtä vakavia.

² Trafik Stockholm pitää omaa tiedonsiirtoverkkoa erittäin tärkeänä, jotta välttyään mm. verkkoon tunkeutumisilta sekä vuokrayhteyksien tai monikäyttöyhteyksien mahdollisista viipeistä aiheutuvista ongelmista.

³ Riskianalyysin laatimisajan tieto

Esimerkkinä toimintakatkoksesta voisi olla Trafik Stockholmin tiedonsiirtoverkon katkeaminen yhdestä tai useammasta kohdasta. Jos tämä tapahtuu jonkin tunnelin läheisyydessä, on Trafik Stockholmin pikaisesti koottava tarvittavat henkilöt ja lähetettävä heidät kyseessä olevaan tunnelin paikallisvalvomoon hoitamaan valvonnan. Jos tunnelia ei voida valvoa paikallisesti, on se suljettava, koska valvoton tunneli aiheuttaa liian suuren turvallisuusriskin.

Välttääkseen järjestelmän toimintakatkoksia on Trafik Stockholm ottanut käyttöön erityyppisiä ennakoivia toiminnan riskienhallintakäytäntöjä. Päivystäjien taidot ja osaaminen varmistetaan vuosittaisella sertifiointikokeella, jossa päivystäjän on uusittava häneltä järjestelmän käyttöön vaadittava ”ajokortti”. Vuosittaisen päivystäjien sertifiointin avulla varmistutaan myös järjestelmän toimijoiden riskitietoisuudesta.

Lisäksi tutkitaan aktiivisesti virtuaalikoneiden käyttöä päivitystilanteissa. Koneiden avulla on mahdollista tehdä päivityksiä kokonaan ilman käyttökatkoja.

4 Suositukset

Kokemukset Tukholman CTS-järjestelmästä vahvistavat aikaisempaa näkemystä, että laajasti integroitu käyttöliittymä on väistämätön askel myös Suomen liikenteenhallinnan kehityksessä. Liikennekeskustoiminta Suomessa ja Ruotsissa on pääperiaatteiltaan varsin samanlaista. Pieniä eroja toiminnoissa on kuten esimerkiksi Suomen tienkäyttäjän linja ja Ruotsin tiepalvelu (vägassistans), mutta järjestelmä-integraation kannalta näillä ei ole merkitystä. Osajärjestelmien lukumäärä Tukholmassa ja Helsingissä on samaa suuruusluokkaa (20–30 kpl). Tukholmassa on kuitenkin erittäin laaja ja verkon toiminnan kannalta kriittinen Södra Länkenin tunnelijärjestelmä, jota vastaavaa Suomessa ei ole.

Ruotsin tielaitos aikoo laajentaa CTS-järjestelmän valtakunnalliseksi järjestelmäksi. Nykytilanteeseen verrattuna tämä tarkoittaa, että CTS:n liitetään mm. muualla Ruotsissa sijaitsevat tielaitoksen liikenteenhallintajärjestelmät. CTS-sovellus on myös luonnollisesti asennettava muihin toimipisteisiin. Laajentumisen suunnittelun yhteydessä ennakoidaan aiheutuvan ongelmia siitä, että Göteborgissa moottoriteiden ohjausta ei ole järjestetty alueellisella tasolla vaan järjestelmätasolla ja järjestelmiä ovat mahdollisesti toteuttaneet eri toimittajat. Tämä tarkoittaa käytännössä, että rajapintaratkaisuja on räätälöitävä erikseen useammalle eri järjestelmälle. Logiikan yhtenäistäminen loppukäyttäjän tasolla saattaa myös olla hankalaa, jos on runsaasti eri toteuttajia. Tämä riski voidaan tunnistaa myös Suomessa. CTS-järjestelmän toteutuksessa tuli myös ongelmia eri kamerajärjestelmien integroinnin kanssa.

Suomessa kannattaa heti pyrkiä valtakunnalliseen ratkaisuun, mutta siihen on järkevää siirtyä vaiheittain, sillä kyseessä on erittäin vaativa tietojärjestelmäprojekti. Ensimmäisessä vaiheessa kehitetään itse keskussovellus ja käyttöliittymä sekä liittää keskussovellukseen mahdollisimman edustava joukko osajärjestelmiä. Ruotsin rajapintaratkaisut perustuvat muutamiin perusraja-ointeihin, kuten tunnelit, sillat ja moottoritiejärjestelmät. Ruotsin kokemuksen mukaan kannattaa heti ensivaiheessa kehittää rajapinnat riittävän monimutkaisille järjestelmille, jolloin myöhemmissä toteutusvaiheissa vältetään rajapintojen suurilta muutostöiltä.

Integroidun käyttöliittymän kehitystyön voi karkeasti jakaa kahteen laajempaan osaprosessiin:

1. keskussovelluksen kehittäminen ja toteuttaminen sekä
2. alijärjestelmien yhteensovittaminen ja liittäminen keskussovellukseen.

Ensimmäisessä prosessissa kehitetään varsinainen käyttäjäsovellus. Tukholman CTS-keskussovelluksen kehitystyö perustui prototyyppikehitykseen, jossa myös loppukäyttäjät olivat mukana. Siinä järjestelmätoimittaja esitteli tietyn verifiointiohjelman mukaan tuotteen kehitystä. Menettelyn tavoitteena oli varmistaa, että lopputuote on käyttöönottohetkellä toiminnallisuudeltaan valmis. Vastaavaa toimintamallia kannattaa vakavasti harkita myös Suomessa.

Toisessa prosessissa, jossa alijärjestelmiä liitetään keskussovellukseen, on alijärjestelmien toimittajien rooli merkittävä. Keskussovelluksen toimittaja valvoo, että liitettävien järjestelmien muutostyöt toteutetaan vaatimusten mukaisesti. Integrointi-prosessi on perusteltua aloittaa Helsingin toimipisteestä, jossa tunneleista johtuen

on kriittisin kuormitustilanne. Prosessin ensimmäisessä vaiheessa tulisi keskittyä Helsingin toimipisteen kriittisiin ohjausjärjestelmiin. Sopiva ensimmäisessä vaiheessa liitettävä kokonaisuus voisi olla esim. seuraava:

1. Vuosaaren tunnelin liikenteenhallintajärjestelmä
2. E18 (vt1) Lohja – Kehä III
3. Kehä III välillä vt1 - vt7

Tukholman kokemusten mukaan määrittelyvaiheessa on tärkeää pysyä toiminnallisella tasolla menemättä teknisiin yksityiskohtiin. Jos kyseessä on kansainvälinen hankinta, on sen hallinnan kannalta edellytettävä tarjouspyynnössä myös suomalaisten resurssien käyttöä. Tilaajan omat resurssit ja sitoutuneisuus on varmistettava, sillä kyseessä on haastava ja pitkäkestoinen tietojärjestelmäprojekti. Hanke tarvitsee päätoimisen projektipäällikön, riittävät liikennetekniset, tietotekniset ja lainopilliset tukiresurssit sekä oman projektisihteerin. On myös varauduttava siihen, että kyseessä on jatkuva prosessi, joka ei pääty ensimmäisen vaiheen järjestelmän hyväksymiseen. Keskussovellusta on jatkuvasti pidettävä toiminnoiltaan ajan tasalla ja uusia osia liitettävä kokonaisuuteen.

Esiselvityksen ja tämän selvityksen perusteella ehdotetaan, että vaatimusmäärittely tehdään laajasti integroidulle ratkaisulle ja tarkempi toimintojen määrittely ensimmäisen vaiheen järjestelmäkokonaisuudelle. Karkean arvion mukaan määrittelyvaiheen kustannukset pysyvät EU-hankintarajan alapuolella.

Integroidun käyttöliittymän esiselvityksessä laadittiin suuntaa-antava kustannusarvio eri integrointivaihtoehdoista. Ruotsissa on arvioitu, että yhden tunnelin liittäminen aiheuttaa noin 100 000 euron kustannukset. Tukholman järjestelmän ylläpito ja kehittäminen maksaa vuositasolla 18 000 000 MSEK. Integroidun käyttöliittymän kustannusarviota on päivitetty Tukholman kustannustietojen perusteella (taulukko 2). Kustannusarvion elinkaarikustannuksia on korotettu noin 50 %, johtuen korotetuista ylläpito- ja kehittämiskustannuksista.

Taulukko 2. Päivitetty laajuusvaihtoehtojen kustannusarvio

	Keskitetty tilanne-seuranta	Osittain integroitu käyttö-liittymä	Laaja integrointi, kevyt päätöksen-teon tuki	Laaja integrointi, laaja päätöksen-teon tuki
Mahdollinen käyttöönottovuosi	2013	2014	2015	2016
Toteutuskustannukset				
Suunnittelu	250 000	500 000	800 000	2 000 000
Muutostyöt	350 000	600 000	2 000 000	2 000 000
Uusi sovellus	500 000	1 000 000	3 000 000	4 000 000
Yhteensä (€)	1 100 000	2 100 000	5 800 000	8 000 000
Ylläpito- ja kehittämiskustannukset (€/vuosi)	200 000	400 000	1 300 000	2 000 000
Elinkaarikustannukset (nykyarvo 2010, elinkaari 10v, laskentakorko 5 %)	2 000 000 €	4 000 000 €	12 500 000 €	18 000 000 €

5 Jatkotoimenpiteet

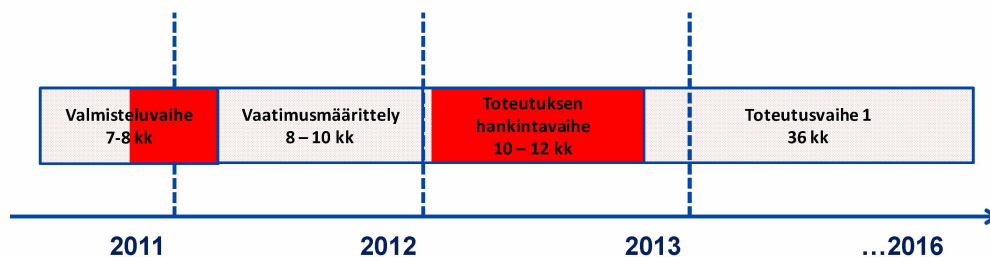
Ensimmäinen askel integroidun käyttöliittymän toteutuksessa on päätös toteuttamisesta sekä sen hankinnan valmistelun ja vaatimusmäärittelyjen valmistelu-prosessin käynnistämisestä. Hankinnan valmisteluun kuuluu myös tilaajan hanke- ja hankintaorganisaation perustaminen: nimetään hankkeelle projektipäällikkö ja hankesihteeri sekä muut hankeorganisaation henkilöt ja varmistetaan heille riittävät resurssit hankkeen läpiviemiseksi.

Hankeorganisaation ensimmäinen tehtävä on laatia tarvittavat esitykset järjestelmän määrittelyvaiheen hankintaa varten (toiminnalliset määrittelyt ja arkkitehtuurikuvaukset), esitykset järjestelmän tavoittilan laajuudesta ja toteutuksen vaiheistuksesta (määrittelyvaiheen raja- ja näitä koskevat päätökset). Vaatimusmäärittelytyön lähtötiedoiksi hankeorganisaation on myös kartoitettava ja koottava nykyisten liikenteenhallinta- ja ohjausjärjestelmien rajapintakuvaukset. Ensimmäisen vaiheen päätteeksi hankeorganisaatio tuottaa vaatimusmäärittelytyön alustavan työsuunnitelman ja sen tarjouspyyntöasiakirjat, pyytää tarjoukset työstä ja valitsee sen tekijän tai tekijät sekä käynnistää työn.

Hankeryhmä johtaa valitun suunnittelijan työtä vaatimusmäärittelyjen ja arkkitehtuuriratkaisujen kehittämiseksi. Tässä on hyvä ottaa riittävän laajasti mukaan myös järjestelmän tulevat käyttäjät eli nykyisten liikennekeskuksen toimipisteiden päivystäjät. Työprosessiin kuuluu tavoittilan toiminnallisten vaatimusten tuottaminen sekä järjestelmän toteuttamisen vaiheistuksen suunnittelu ja aikataulu-esityksen laatiminen. Lisäksi on tuotettava tarvittavat prosessi- ja tietovirtakuvaukset ja kirjattava järjestelmän suorituskyky- ja vasteaikavaatimukset.

Tämän jälkeen voidaan edetä toiminnallisten, teknisten ja kaupallisten tarjouspyyntöasiakirjojen valmisteluun ja kokoamiseen sekä tarjouspyyntövaiheeseen. Tätä ennen on kuitenkin harkittava ja päätettävä, minkälaisella menettelyllä hankinta tehdään.

Kuvan 13 aikataulun mukaan hankintavaiheeseen on arvioitu voitavan päästä vuoden 2013 alussa edellyttäen, että valmisteluprosessi alkaa vuoden 2010 loppupuolella. Hankintaan kuuluu tarjouspyyntöasiakirjojen laatiminen, tarjousprosessi, tarvittavat neuvottelut sekä hankintapäätöksen tekeminen. Tähän on oletettu tarvittavan hankinnan laajuuden perusteella noin 10–12 kuukautta.



Kuva 13. Hankkeen aikataulukehys

Ensimmäiseen toteutusvaiheeseen on mahdollista päästä vuodenvaihteessa 2013–2014 ja sen on arvioitu kestävän noin kolme vuotta eli uusi integroitu käyttöliittymä voisi ensimmäisten alijärjestelmien osalta olla käytössä vuoden 2016 aikana. Tämän jälkeen voidaan siirtyä ylläpitovaiheeseen, johon kuuluu järjestelmän laajentaminen vaiheittain kattamaan kaikki liikennekeskuksen toimipisteet ja nykyiset järjestelmät sekä laajentaa sitä tulevilla uusilla liikenteenhallintajärjestelmillä.

CTS hankinta-asiakirjat,
Projekt Vägtrafikledning Stockholm,
Centrala tekniska system CTS
(joista on saatu kopiot)

CTS hankinta-asiakirjat			
Nro	Nimi	pvm.	sivuja
0.	Sisällysluettelo / Innehållsförteckning	1996-06-28	1
1.	Luku 1, Järjestelmäkuvaus ja edellytykset / Kapitel 1, Systembeskrivning och förutsättningar	1996-06-28	11
2.	Luku 2, Toiminnalliset- ja suorituskyyvaatimukset / Kapitel 2, Funktions- och prestandakrav	1996-08-29	110
a.	Luku 2, Liite 1: Määrät, Kehä ja Ulompi poikittaisväylä, Kapitel 2, Bilaga 1: Längder: Ringen och Yttre Tvärleden	1996-06-24	vain kansil.
3.	Luku 3, Päivystäjien käyttöliittymät MMI / Kapitel 3 Operatörsplatser MMI	1996-06-28	17
a.	Luku 3, Liite 1: CTS-protyypin käsikirja / Kapitel 3, Bil. 1: Manual för CTS-prototyp	1996-06-28	16
b.	Luku 3, Liite 2: Symbolit / Kapitel 3, Bil. 2: Symbolsammanställning	96-06-28	8
c.	Luku 3, Liite 3: CD Prototyyppi / Kapitel 3, Bil. 3: CD prototyp	1996-09-01	vain kansil.
4.	Luku 4 Rajapintavaatimukset / Kapitel 4 Gränsytekra	1996-08-29	32
a.	Luku 4 Liite 1: Viestimuodot / Kapitel 4 Bilaga 1 Meddelandeformat	1996-10-01	18
5.	Luku 5 Toimintaympäristövaatimukset / Kapitel 5 Miljö: Miljökrav	1996-06-28	12
6.	Luku 6 Kokoonpanovaatimukset / Kapitel 6, Utformningskrav	1996-06-28	13

CTS hankinta-asiakirjat			
Nro	Nimi	pvm.	sivuja
7.	Luku 7 Järjestelmän turvallisuusvaatimukset / Kapitel 7 Systemsäkerhetskrav	1996-06-28,	4
8.	Luku 8 Toimintavarmuus ja huoltovaatimukset / Kapitel 8 Driftsäkerhets och underhållskrav	1996-06-28	7
9.	Luku 9 Käyttö- ja ylläpitovaatimukset / Kapitel 9 Drift- och försörjningskrav	1996-06-28	3
10.	Luku 10 Dokumentaatiovaatimukset / Kapitel 10 Dokumentationskrav	1996-06-28	25
11.	Luku 11 Koulutusvaatimukset / Kapitel 11 Utbildningskrav	1996-06-28	9
12.	Luku 12 Asennus ja käyttöönotto / Kapitel 12 Installation och driftsättning	1996-06-28	6
13.	Luku 14 Sanasto ja määrittelyt / Kapitel 14, Ord- och definitionslista	1996-08-27	14
14.	Vägverket, Asiakirja 1 [ITT], Ohjeita tarjouksen tekijälle / Vägverket, Handling 1 [ITT], Föreskrifter för anbudsgivning	1996-09-01	30
a.	Asiakirja 1 [ITT], Liite 1, Tarjouksen muoto Handling 1 [ITT] Bilaga 1, Anbudets utformning	1996-09-01	2
b.	Asiakirja 1 [ITT], Liite 1A, Tarjouksen muoto, Kaupallinen osa / Handling 1 [ITT] Bilaga 1A, Anbudets utformning, Kommersiell del	1996-09-01	3
c.	Asiakirja 1 [ITT], Liite 2, Lomake tarjouksen aikaista vakuutta varten / Handling 1 [ITT] Bilaga 2, Formulär för anbudssäkerhet	1996-09-01	2
d.	Asiakirja 1 [ITT], Liite 3, Lomake sopimuksen mukaisia velvollisuuksia koskevaa vakuutta varten / Handling 1 [ITT] Bilaga 3, Formulär för säkerhet för kontraktsevenliga förpliktelser	1996-09-01	3
e.	Asiakirja 1 [ITT], Liite 4, Lomake ennakkomaksua koskevaa vakuutta varten / Handling 1 [ITT] Bilaga 4, Formulär för säkerhet för förskottsbetalning	1996-09-01	2

CTS hankinta-asiakirjat			
Nro	Nimi	pvm.	sivuja
f.	Asiakirja 1 [ITT], Liite 5, Emoyhtiön vakuus / Handling 1 [ITT] Bilaga 5, Bilaga 5. Moderbolagsgaranti (ei käännetty ruotsiksi)	1996-09-01	2
g.	Asiakirja 1 [ITT], Liite 6, Sopimusaikatauluun liittyvät tapahtumat / Handling 1 [ITT] Bilaga 6, Händelser för kontraktstidplan	1996-09-01	5
h.	Asiakirja 1 [ITT], Liite 7, Tarjousten arviointimenettely / Handling 1 [ITT] Bilaga 7, Metod för utvärdering av anbud	1996-09-01	14
15.	Asiakirja 2 [CA], Sopimus / Handling 2 [CA], Kontrakt	1996-09-01	27
16.	Asiakirja 3 [SoW], Toimituksen laajuus / Handling 3 [SoW], Leveransens omfattning	1996-09-01	26
17.	Asiakirja 4 [VCI], Varmennus ja katsastukset / Handling 4 [VCI], Verifieringar och besiktningar	1996-09-01	23
a.	Asiakirja 4 [VCI] Liite 1, Varmennusmalli / Handling 4 [VCI] Bilaga 1, Verifieringsmodell	1996-09-01	2
b.	Asiakirja 4 [VCI] Liite 2, VCI – suunnitelma / Handling 4 [VCI] Bilaga 2, VCI - Plan	1996-09-01	2
18.	Asiakirja 5 [GC], Yleisiä määräyksiä / Handling 5 [GC], Allmänna bestämmelser	1996-09-01	17
19.	Asiakirja 6 [AR], Hallinnollisia sääntöjä / Handling 6 [AR], Administrativa regler	1996-09-01	29
Sivuja yhteensä			497

Liik
enne
vira
sto

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-255-032-3

www.liikennevirasto.fi